

La nutrition en chlore de l'arachide au Sénégal

Chlorine nutrition of peanuts in Senegal

Robert SCHILLING (1) et Pierre-Jean HIRSCH (2)

I. — INTRODUCTION

Dès 1915, Tottingham signalait l'importance du chlore dans la nutrition des plantes. En 1954, Broyer *et al.* induisent de graves maladies de carence sur la tomate en supprimant tout apport d'halogène ; les symptômes de déficience disparaissent avec l'addition de chlore dans la solution nutritive. Mais ces carences sont très difficiles à obtenir même en serre ; il faut purifier soigneusement la solution nutritive, l'eau d'irrigation et l'air. Il est donc rare de pouvoir observer en champs des phénomènes de déficience sévère en chlore.

Cependant, si ces carences graves sont rares, le chlore peut être un facteur limitant pour certains aspects de la production des plantes cultivées, par exemple le taux d'amidon dans la pomme de terre [3,8]. Le rôle du chlore varie avec la nature du sol [8], l'intensité lumineuse et surtout avec la nature de la plante [6].

Les liaisons du chlore avec les autres ions sont très variables, surtout selon l'espèce considérée [4]. En particulier, les liaisons avec K^+ et Mg^{++} peuvent être tantôt toutes deux positives, tantôt négatives.

Etant donné le métabolisme particulier des Papilionacées, il serait intéressant d'avoir des résultats d'expériences sur cette famille. Malheureusement, ils sont peu fréquents, les plantes chez lesquelles le chlore a été le plus étudié étant les Graminées (blé, orge, maïs, riz), les Solanacées (pomme de terre, tabac, tomate) et les cultures maraîchères. Nous avons des données sur la luzerne [6], le trèfle fourrage [8] et le haricot [5, 6].

Johnson *et al.* [4] ont produit expérimentalement des déficiences en chlore sur un certain nombre de plantes dont la luzerne et le haricot. Ces deux plantes sont parmi les moins sensibles au déficit en chlore et les symptômes de carence ont été obtenus pour des teneurs très faibles en chlore, 100 à 200 ppm, (alors que celles de l'arachide varient de 800 à 14 000 ppm).

Pour le trèfle, le chlore ne semble pas influencer le rendement, sauf les fortes teneurs qui sont toxiques. Pour le haricot [5], le chlore diminue nettement l'azote total (surtout nitrique), et légèrement P, K, Ca, Mg et S.

Quant aux plantes oléagineuses, Rogalev [8] note une diminution de la teneur en huile avec l'apport du chlore chez le tournesol et le coriandre. Par contre, Ollagnier et Ochs [7] ont montré que le chlore jouait un rôle important dans la nutrition du palmier à huile : dans les palmeraies à faibles teneurs foliaires en chlore, l'apport de chlorure se traduit par une augmentation des rendements.

I. — INTRODUCTION

As early as 1915, Tottingham reported the importance of chlorine in plant nutrition. In 1954 Broyer et al. induced serious deficiency diseases in the tomato by suppressing all halogen applications ; the deficiency symptoms disappear with the addition of chlorine in the nutritive solution. But these deficiencies are very difficult to induce, even in a greenhouse ; the nutritive solution, the irrigation water and the air must be carefully purified. It is therefore rare to observe severe chlorine deficiency phenomena in the field.

However, whilst severe deficiencies are rare, chlorine can be a limiting factor for certain aspects of the yield of cultivated plants, for example the starch content of the potato [3, 8]. The role of chlorine varies with the type of soil [8], light intensity and, above all, the nature of the plant [6].

The correlations between chlorine and the other ions are very variable, especially according to the species considered [4]. In particular, the relations with K^+ and Mg^{++} are sometimes both positive, sometimes negative.

In view of the characteristic metabolism of the Papilionaceae, it would be interesting to have the results of experiments on this family. Unfortunately, they are rare, the plants on which chlorine has been studied most frequently being the Graminae (wheat, barley, maize, rice), the Solanaceae (potato, tobacco, tomato) and market garden crops. However, we have data for lucerne [6], feed clover [8] and beans [5, 6].

Johnson et al. [4] have induced chlorine deficiencies experimentally in a certain number of plants, including lucerne and beans. These two are amongst the least sensitive to a chlorine deficit, and deficiency symptoms have been obtained for very low chlorine levels-100-200 ppm (whereas for the peanut they vary from 800 to 14,000 ppm).

With clover, chlorine does not seem to have an influence on yield, except at high levels, when it is toxic. In beans [5] it reduces total nitrogen (especially nitric) to a marked extent, and P, K, Ca, Mg and S slightly.

As for oil plants, Rogalev [8] notes a reduction in the oil content with the application of chlorine in sunflower and coriander. On the other hand, Ollagnier and Ochs [7] have shown that chlorine plays an important part in the oil palm's nutrition ; in plantation with low chlorine leaf levels, the application of chloride leads to an increase in yields.

(1) Secteur expérimental arachide du Sénégal.

(2) Chargé de recherches à l'I. R. H. O.

Ces résultats disparates ne permettent pas de prévoir quel peut être le rôle du chlore chez l'arachide.

Un caractère remarquable des teneurs foliaires en chlore, de l'arachide au Sénégal, est leur très grande variabilité. Les extrêmes rencontrés ont été 0,078 et 1,38 p. 100, soit des teneurs de 1 à 18. Il est donc naturel de rechercher si les teneurs très faibles ou très élevées peuvent avoir des répercussions sur les autres éléments, tant anions que cations. En particulier, puisque l'ion chlorure est chargé électriquement, cette variabilité est compensée par une variation égale des charges dues aux autres éléments, ce qui devrait avoir des répercussions sur la physiologie de la plante.

Par ailleurs, dans le tableau I, on voit que dans un essai de confirmation ayant reçu depuis 1957 une légère fumure potassique (20 kg/ha de KCl), les teneurs en chlore sont 50 à 100 p. 100 plus élevées que sur le témoin. Par contre, dans des essais de même conception réalisés au nord du Sénégal, et où la fumure vulgarisée ne comportait pas de KCl, les teneurs en chlore sont beaucoup plus faibles.

TABEAU I. — Effets comparés d'une fumure NPK (40-60-20) sur les teneurs et les rendements.
Essai de confirmation. Campement Darou 1968

TABLE I. — Compared effects of NPK (40-60-20) fertilization on element levels and yields.
Confirmation trial, Darou campment 1968.

	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl	Rendement gousses Pod yield (kg/ha)
I	3,59	0,179	0,821	2,30	0,761	0,215	0,405	1 775
	(—) 100	100	100	100	100	100	100	100
	3,77	0,203	0,664	2,13	0,773	0,240	0,603	2 097
	F 105	113	81	92	101,6	112	149	118
III	3,63	0,161	0,768	1,88	0,952	0,228	0,287	1 085
	(—) 100	100	100	100	100	100	100	100
	3,61	0,208	0,676	2,13	0,877	0,236	0,565	1 432
	F 100	128	88	113	92	103	197	132

I = Arachide de 1^{re} année — 1st year peanuts.
III = Arachide de 3^e année — 3rd year peanuts.

(—) = Parcelles témoins — Control plots.
F = Parcelles fumées — Fertilized plots.

Ces considérations ont conduit l'I. R. H. O. à étudier de plus près le rôle joué par le chlore dans la nutrition de l'arachide.

II. — EXPÉRIENCES RÉALISÉES ET RÉSULTATS

L'expérimentation a été conduite de deux façons différentes :

1. Dosage du chlore foliaire sur un certain nombre d'expériences.

Sept expériences factorielles, N, P, K, Ca, Mg, réparties sur 4 années (1960, 1969, 1970, 1971) et deux essais en 1969 (N, P, K sur essai de confirmation de K et « couverture »). Ces expériences se sont déroulées à Darou (Sud Sénégal) sur sols rouges. La pluviosité des 4 années envisagées a été normale (l'année 1970 a été sèche mais seulement en dehors de la période du diagnostic foliaire).

En 1960 et 1969, le potassium a été apporté sous la forme KCl et le magnésium sous la forme MgSO₄, alors qu'en 1970 et 1971 on a apporté K₂SO₄ et MgCl₂.

2. Essais de chlore dans la région de Bambey (Sénégal), en 1970 et 1971, comparant une fumure

These contradictory results make it difficult to predict the role of chlorine for peanuts.

A noteworthy feature of the chlorine leaf levels in peanuts in Senegal is their very great variability. The extreme limits found were 0.078 and 1.38 p. 100 i.e. levels from 1 to 18. It is therefore logical to try and find out whether very low or very high levels can have repercussions of the other elements, both anions and cations. In particular, since the chloride ion carries an electric charge, this variability is compensated by an equal variation of the charges due to other elements, which should have an effect on the plant's physiology.

Elsewhere, it will be seen from Table I that in a confirmation test having received light potassic manuring (20 kg/ha KCl) since 1957, the chlorine levels are 50-100 p. 100 higher than in the control. On the contrary, in similarly-conceived trials carried out in the North of Senegal, where the extension fertilizer did not include KCl, the chlorine levels are much lower.

These considerations led the I. R. H. O. to make a closer study of the role played by chlorine in peanut nutrition.

II. — EXPERIMENTS CARRIED OUT AND THEIR RESULTS

Experimentation was conducted in two different ways :

1. The leaf chlorine was analysed in a certain number of experiments.

Seven N, P, K, Ca, and Mg factorial experiments spread over 4 years (1960, 1969, 1970, 1971) and two trials in 1969 (N, P, K in a K confirmation trial and « cover »). These experiments went on at Darou (South Senegal) on red soils. The rainfall for the 4 years in question was normal (1970 was dry, but only outside the leaf analysis period).

In 1960 and 1969, potassium was applied in the form of KCl and magnesium in the form of MgSO₄ ; whilst in 1970 and 1971 K₂SO₄ and MgCl₂ were applied.

2. « Chlorine trials » in the Bambey region (Senegal), in 1970 and 1971, which compared an ordinary

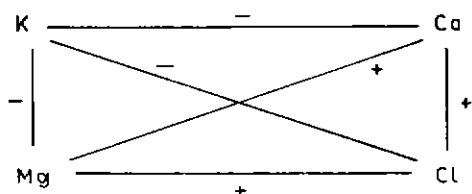
ordinaire chlorurée à un témoin sans fumure et à une fumure sans chlore.

L'étude des résultats a été effectuée sous deux aspects : d'une part, les régressions des ions entre eux et entre les ions et les rendements en gousses, d'autre part l'effet des apports d'ions sur les rendements et sur les autres ions.

A. — Régressions.

1) Entre les ions dans la feuille.

Il n'apparaît pas de corrélation significative avec l'azote, avec le phosphore, ni avec le soufre. Un exemple des corrélations trouvées pour les autres éléments est donné par le tableau II. Ce qui conduit au schéma suivant :



où toutes les liaisons avec K^+ sont négatives, les autres positives. Les liaisons les plus constantes sont $Mg-Cl$ et $K-Ca$.

chloride manuring with a control without fertilizer and a manuring without chloride.

The results were studied from two points of view : firstly, the regressions of the ions between themselves and between the ions and the pod yield, secondly, the effect of ion applications on yields and on the other ions.

A. — Regressions.

1) Between the ions in the leaf.

No significant correlation with nitrogen, phosphorus or sulphur appears. An example of the correlations found for the other elements is given in Table II, which can be expressed diagrammatically as follows :

where all the relations with K^+ are negative and the others positive. The most constant relations are $Mg-Cl$ and $K-Ca$.

TABLEAU II. — Coefficients de corrélation entre les éléments K, Ca, Mg, Cl. Darou « couverture » 1969

TABLE II. — Coefficients of correlation between elements K, Ca, Mg and Cl. Darou « cover » 1969

	K	Ca	Mg
Cl	— 0,519 (*)	+ 0,527 (*)	0,796 (***)
Mg	— 0,848 (***)	+ 0,768 (***)	
Ca	— 0,838 (***)		

(*) significatif à — significant at 5 p. 100 ($r = 0,433$).

(**) significatif à — significant at 1 p. 100 ($r = 0,549$).

(***) significatif à — significant at 1 p. 1000 ($r = 0,665$).

Il n'est pas rare d'obtenir un schéma tel que celui-ci qui a déjà été signalé par plusieurs auteurs.

Lorsque la teneur en magnésium est élevée (supérieure à 1 p. 100), la liaison $K-Mg$ s'inverse et devient positive, sans que les autres liaisons soient modifiées.

La teneur en chlore, qu'elle soit forte ou faible, n'influe pas sur le sens des liaisons.

Aucune corrélation entre le chlore et la somme en milliéquivalents $K^+ + Ca^{++} + Mg^{++}$ n'a pu être mise en évidence, que ce soit au niveau de chaque expérience ou au niveau global, tous les résultats étant réunis.

Dans la gamme des teneurs étudiées en chlore et en potassium (0,52 à 1,93 p. 100 en général, jusqu'à 3,15 p. 100 dans l'expérience « couverture »), à une forte élévation de la teneur de la feuille en anion Cl^- correspond donc du côté des cations une élévation de la teneur en calcium et surtout en magnésium qui, de leur côté, ont des répercussions sur les teneurs en potassium dans le sens d'une diminution. Ces corrélations conduisent à penser que l'utilisation d'une fumure sulfatée pourrait être préférable à une fumure chlorurée pour obtenir une meilleure absorption, ou tout au moins une meilleure teneur en potassium de la feuille et de la plante.

It is not rare to get this type of diagram, which has been reported by several authors.

When the magnesium level is high (more than 1 p. 100) the $K-Mg$ relation is inverted and becomes positive, without the other relations being modified.

The chlorine level, whether high or low, has no influence on the sense of the relations.

No correlation between chlorine and the sum in milliequivalents $K^+ + Ca^{++} + Mg^{++}$ could be shown, either at the level of each experiment or overall, all the results being grouped together.

In the range of chlorine and potassium levels studied (0.52-1.93 p. 100 in general, up to 3.15 p. 100 in the « cover » experiment), for a steep rise in the anion Cl^- content of the leaf there is a corresponding increase, on the cation side, in the calcium and, above all, magnesium levels, which for their part have repercussions on the potassium contents in the diminishing sense. These correlations give reason for thinking that a sulphated manuring could be preferable to chloride fertilization for obtaining better absorption or at least a better potassium level in the leaf and plant.

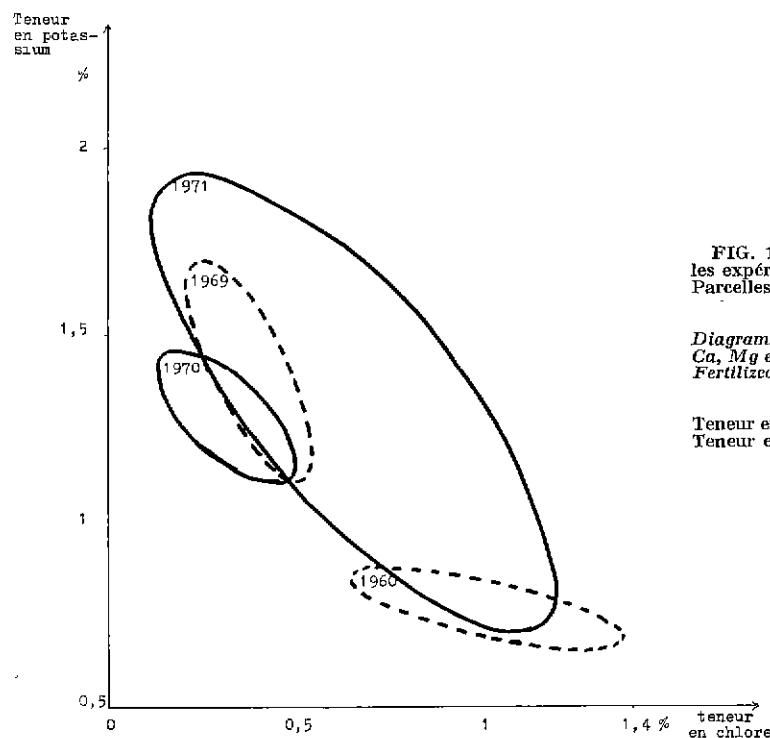


FIG. 1. — Représentation schématique de la régression K-Cl pour les expériences N, P, K, Ca, Mg à Darou.
Parcelles fumées : ——— apport K_2SO_4
----- apport KCl.

Diagrammatic representation of the K-Cl regression for the N, P, K, Ca, Mg experiments at Darou.
Fertilized plots ——— K_2SO_4 application
----- KCl application.

Teneur en potassium = Potassium level
Teneur en chlore = Chlorine level.

Or si on porte sur un même graphique (Fig. 1) l'ensemble des régressions K—Cl pour les expériences N, P, K, Ca, Mg des quatre années étudiées, on ne voit pas apparaître de différence entre les apports de KCl ou de K_2SO_4 .

2) Entre les ions et le rendement.

On a calculé la liaison entre la teneur en éléments K, Ca, Mg, Cl, S et le rendement en gousses, les autres ions étant maintenus constants. En général, les corrélations ne sont pas significatives. Cependant, deux liaisons sont plus nettes que les autres, celles de K et de Cl, pour chacun desquels nous avons trouvé deux régressions positives significatives sur 9.

Par ailleurs, en considérant l'ensemble des expériences N, P, K, Ca, Mg, les rendements moyens augmentent régulièrement avec les teneurs moyennes en chlore, alors qu'ils ne sont pas liés aux teneurs moyennes des autres éléments. Cependant, dans l'essai « couverture », une teneur faible de chlore (0,12 p. 100 en moyenne) correspond à un rendement assez bon ; dans cette expérience, la teneur de K est très élevée (1,6 p. 100 en moyenne et jusqu'à 3,15 p. 100), la teneur de Ca très faible (1,5 p. 100 en moyenne) et la teneur en Mg moyenne.

B. — Effet des fumures.

1) Sur les rendements.

L'élément dont l'apport a le plus d'influence est le potassium qui amène un accroissement sensible du rendement trois fois sur huit quelle que soit la forme du sel, chlorure ou sulfate.

Ca a un effet variable, Mg et Cl n'ont pas d'effet.

2) Sur les ions.

Les effets peuvent se résumer ainsi :

Now, if all the K—Cl regressions for the N, P, K, Ca, Mg experiments for the four years considered are plotted on the same graph (Fig. 1), no difference between the KCl and K_2SO_4 applications appears.

2) Between the ions and yield.

We have calculated the relation between the K, Ca, Mg, Cl and S levels and the pod yield, the other ions being kept constant. In general the correlations are not significant. However, two relations are more marked than the other, those of K and Cl, for which we found two significant positive regressions out of 9.

Elsewhere, considering the whole of the N, P, K, Ca, and Mg experiments, the mean yields increase regularly with the mean chlorine levels, whereas they are not linked to the average contents of the other elements. However, in the « cover » trial, a low chlorine level (0.12 p. 100 average) corresponds to quite a good yield ; in this experiment the K content is very high (an average 1.6 p. 100 and up to 3.15 p. 100), the Ca level very low (1.5 p. 100 in mean) and the Mg level medium.

B. — Effect of manurings.

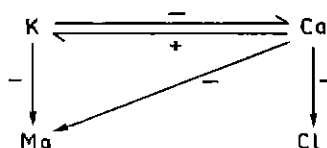
1) On yields.

The element whose application has the most effect is potassium, which leads to an appreciable increase in yield three times out of eight, whether the form be salt, chloride or sulphate.

Ca has a variable effect, Mg and Cl have no effect.

2) On the ions.

The effects can be illustrated as follows :



($K \rightarrow Ca$, lire : l'apport de K a un effet dépressif sur la teneur en Ca). On remarque que les effets sont souvent inverses des corrélations et que Mg et Cl n'ont pas d'influence sur les autres ions.

($K \rightarrow Ca$, read : K application has a depressive effect on the Ca level). It will be noted that the effects are often inverse to the correlations and that Mg and Cl have no influence on the other ions.

III. — COMPARAISON DES FUMURES CHLORURÉES ET SULFATÉES

Dans les deux expériences Bambey 1970 et 1971, les deux formes de fumure donnent les mêmes résultats, tant pour les rendements que pour l'effet sur l'assimilation des ions. Les résultats de ces expérimentations sont donnés dans le tableau III.

III. — COMPARISON OF CHLORINATED AND SULPHATED FERTILIZERS

In the two Bambey experiments, 1970 and 1971, both forms of fertilizer gave the same results, both for yields and for the effect, on ion assimilation. The results of these experiments are given in Table III.

TABLEAU III. — Effet des deux formes de fumure sur le diagnostic foliaire et sur le rendement. Bambey 1970-1971
TABLE III. — Effect of two forms of fertilization on leaf analysis and yield. Bambey 1970-1971

	1970	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl		Rendement gousses Pod yield (kg/ha)
	T	3,537	0,323	0,493	2,44	2,043	0,225	0,530		1 210
	A	3,829 (**)	0,250 (*)	0,616	2,39	1,652 (*)	0,245 (*)	1,263 (**)		1 610 (**)
	B	3,902 (**)	0,248 (*)	0,610	2,30	1,671 (*)	0,263 (**)	0,723 (*)		1 620 (**)
5 p. 100 PPDS		0,213	0,050	NS	NS	0,264	0,016	0,144		199
1 p. 100 PPSD		0,299	0,070			0,371	0,022	0,202		279
	1971	N	P	K	Ca	Mg	S	Cl	PS	Rendement gousses Pod yield (kg/ha)
	T	4,26	0,412	0,583	1,88	0,986	0,246	0,347	5,18	2 165
	A	4,27	0,292 (**)	0,771 (**)	1,88	0,873	0,249	0,474 (*)	5,20	2 900 (**)
	B	4,35	0,315 (**)	0,766 (**)	1,83	0,825	0,265 (**)	0,356	5,77	2 900 (**)
5 p. 100 PPDS		NS	0,055	0,119	NS	NS	0,010	0,091	NS	277
1 p. 100 PPSD			0,076	0,166			0,014	0,127		388

T = Témoin non fumé
Unfertilized control.

A = Fumure chlorurée : 30 kg sulfate d'ammoniaque, 40 kg phosphate bicalcique, 80 kg KCl.
Chlorinated fertilization : 30 kg ammonium sulphate, 40 kg bicalcic phosphate, 80 kg KCl.

B = Fumure sulfatée : 13,5 kg urée, 40 kg phosphate bicalcique, 100 kg K_2SO_4 .
Sulphated fertilization : 13.5 kg urea, 40 kg bicalcic phosphate, 100 kg K_2SO_4 .

La forme chlorée n'a d'effet que sur le chlore et la forme sulfatée que sur le soufre. D'après les études sur les niveaux critiques, la teneur en soufre du témoin n'est pas un facteur limitant de la production, donc l'hypothèse selon laquelle le chlore et le soufre auraient le même effet global dans chacune des fumures A et B est à exclure.

En considérant le graphique 1 et les résultats des expériences « chlore », on ne voit apparaître aucune différence entre les deux formes de fumure, ni pour les rendements, ni pour les teneurs en potassium.

Ceci peut s'expliquer par les travaux d'Elzam et Epstein (1965) qui ont trouvé, sur l'orge, une absorption racinaire plus facile pour KCl que pour K_2SO_4 . Donc les avantages et les inconvénients de ces deux formes pourraient se contrebalancer. Il faut noter cependant que ces auteurs ont trouvé un effet positif de l'apport de Ca et de Mg sur le chlore, contrairement à nos résultats.

The chlorinated form only affects chlorine, and the sulphated only sulphur. According to studies on critical levels, the sulphur level in the control is not a limiting factor for yield, thus the hypothesis according to which chlorine and sulphur have the same overall effect in each manuring, A and B, can be ruled out.

Looking at Fig. 1 and the results of the chlorine experiments, no difference is apparent between the two forms of fertilization, either in yields or in the potassium levels.

This can be explained by the work of Elzam and Epstein (1965), who found that in barley root absorption was easier for KCl than for K_2SO_4 . Thus the advantages and disadvantages of these two forms could cancel each other out. It should be noted, however, that the authors found a positive effect of Ca and Mg applications on chlorine, which is contrary to our results.

IV. — CONCLUSION

Les résultats rapportés par la littérature concernant le chlore laissent supposer qu'il existe une loi d'action reliant la concentration de cet élément dans la feuille et la croissance ou le rendement ayant, comme pour la plupart des éléments, la forme indiquée dans la figure 2.

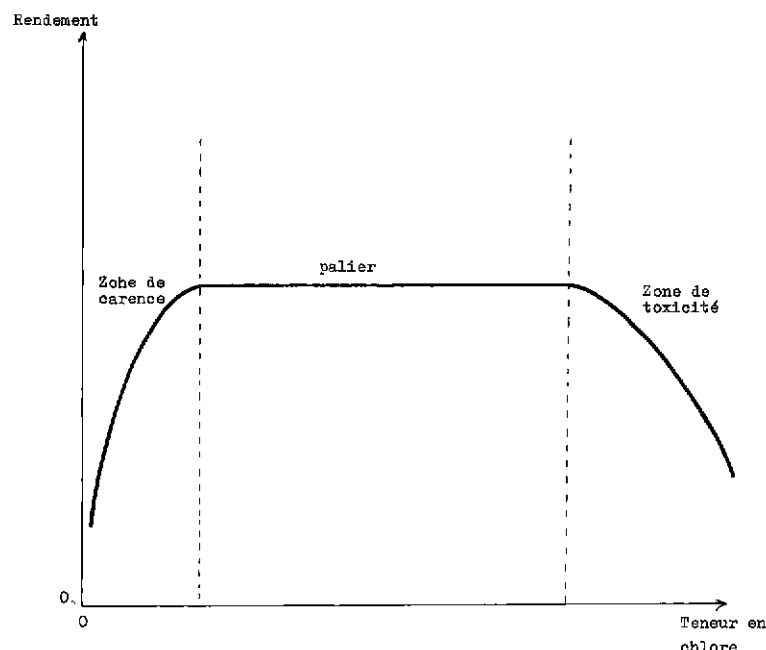


FIG. 2. — Forme supposée de la liaison entre le chlore et le rendement.

Supposed form of the link between chlorine and yield.

Rendement = yield ; Zone de carence = deficiency zone ; Palier = plateau ; Zone de toxicité = toxicity zone ; Teneur en chlore = chlorine level.

Toutes les expériences que nous avons analysées ici se trouveraient sur le palier de la courbe ; ce palier serait extrêmement large puisqu'il contiendrait les valeurs extrêmes rencontrées, 0,08 p. 100 et 1,4 p. 100 du poids sec de la feuille. L'arachide doit donc être considérée comme une plante très tolérante vis-à-vis du chlore.

Mais il faut remarquer que les expériences étudiées se sont toutes déroulées au Sénégal. Il se peut que les teneurs dans d'autres régions du globe se situent en dehors du palier. En effet, Ollagnier et Ochs [7] montrent que la carence en chlore n'apparaissait pas en Côte-d'Ivoire et au Dahomey où les teneurs foliaires étaient naturellement élevées, alors qu'elle intervenait en Colombie où les teneurs étaient faibles en l'absence d'une fumure chlorée. Les études sur le palmier ont montré que le niveau du chlore dans la feuille dépend de la nature du sol et de l'importance de l'influence océanique (pluie plus ou moins chargée en sel).

Dans les conditions du Sénégal, le chlore, dans sa large gamme de variations, n'est ni limitant ni toxique pour le rendement. Il serait souhaitable d'étudier d'autres régions de culture pour savoir si cette conclusion est généralisable.

The results reported in the literature on chlorine let it be supposed that there is a law of action linking the concentration of this element in the leaf with growth or yield, following, as for most elements, the curve shown in Fig. 2.

All the experiments which we have analysed here would be situated on the plateau of the curve ; this plateau is extremely wide, since it embraces the extreme values found, 0.08 to 1.4 p. 100 of the dry weight of the leaf. The peanut must therefore be considered a very tolerant plant as regards chlorine.

But it must not be forgotten that the experiments studied all took place in Senegal. It is possible that the levels in other areas in the world would be outside the plateau. In effect, Ollagnier and Ochs [7] show that there is no chlorine deficiency in the Ivory Coast or Dahomey, where the leaf contents are naturally high, whereas it does appear in Colombia, where the levels are low in the absence of chlorinated fertilization. Studies of the oil palm have shown that the chlorine level in the leaf depends on the nature of the soil and the degree of oceanic influence (rains more or less charged with salt).

In Senegal conditions, chlorine in its wide range of variations is neither limiting nor toxic for yield. It is desirable that other areas of cultivation should be studied to find out if this conclusion is valid everywhere.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] BROYER, CARLTON, JOHNSON, STOUT. 1954. — Chlorine : a micronutrient element for higher plants. *Plant Physiol.* 29, 526-532.
- [2] ELZAM, O. E., EPSTEIN, E. 1965. — Absorption of chloride by barley roots : kinetics and selectivity. *Plant Physiol.* 40, 620-624.
- [3] GETHING P. A., LEWIS, B. M., MC DONALD, M. G. 1964. — Comparison of K_2SO_4 and KCl on potatoes. *Irish J. Agric. Res.* 3, 119-122.
- [4] GOUNY, P. 1973. — Observations sur le comportement du végétal en présence d'ions chlore. *Rev. potasse.* 3/45 (5) 1-13.
- [5] GOUNY P., GAUTIER P. 1966. — Action comparée des chlorures et des sulfates apportés par les engrais en production maraîchère. *C. R. Ac. Agric., Fr.*, 52, 1078-1087.
- [6] JOHNSON, STOUT, BROYER, CARLTON, 1957. — Comparative chlorine requirements of different plant species. *Plant and Soil*, 8, 337-353.
- [7] OLLAGNIER, M., OCHS R. 1971. — La nutrition en chlore du palmier à huile et du cocotier. *Oléagineux*, 26 (6), 367-372.
- [8] ROGALEV, I. E., 1964. — Effet des fumures KCl et K_2SO_4 sur la quantité et la qualité des récoltes. *Kalinye Udobr.*, Nauch. Inst. Insektolung, 147-162 (en russe).
- [9] TOTTINGHAM, W. E. 1915. — The role of chlorine in plant nutrition. *Ab. in science.* N. ser. 42, N° 1071, p. 68.